

## Nitrogénforgalom modellezése tartamkísérletek adatbázisán

KOVÁCS GÉZA J. és NÉMETH TAMÁS

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest

A rendszerszemléletű feldolgozások igénye és a számítástechnika lehetősége hívta életre a mezőgazdasági célú növény-talaj-atmoszféra modelleket.

A rendszermodellezés egy módszer, melynek működését hitelesíteni kell mielőtt alkalmazzuk. Ehhez szántóföldi kísérleteket használunk fel. A kísérletekből adatokkal kell rendelkezünk az agrotechnikai beavatkozásokon és a termésen kívül a talajszelvény kezdő állapotáról, a fajta tulajdonságairól, és az időjárásról is.

Miután már a modell kielégítően közelíti a mért folyamatokat (növényi fejlődést, növekedést, talajnedvesség és nitrogén-átalakulásokat, -mozgásokat), szimulációs kísérleteket folytathatunk le, előrejelzéseket készíthetünk számítógép felhasználásával. Az eredmények alapján hasznos hipotéziseket készíthetünk, melyek ellenőrzését ismét kísérletekkel kell elvégeznünk. A szimuláció lerövidíti a kísérletezést, így olcsóbbá, gyorsabbá, hatékonyabbá teszi a kutatást. A modellezés szemléletformáló az oktatásban, hasznos a döntés-előkészítésben és bizonyos technológiai folyamatok (pl. öntözés) szabályozásában. E közleményünkben ismertetett munka az Amerikai Magyar Közös Alap J. F. 016/90 sz. project és az OTKA T5109 téma támogatásával folyt.

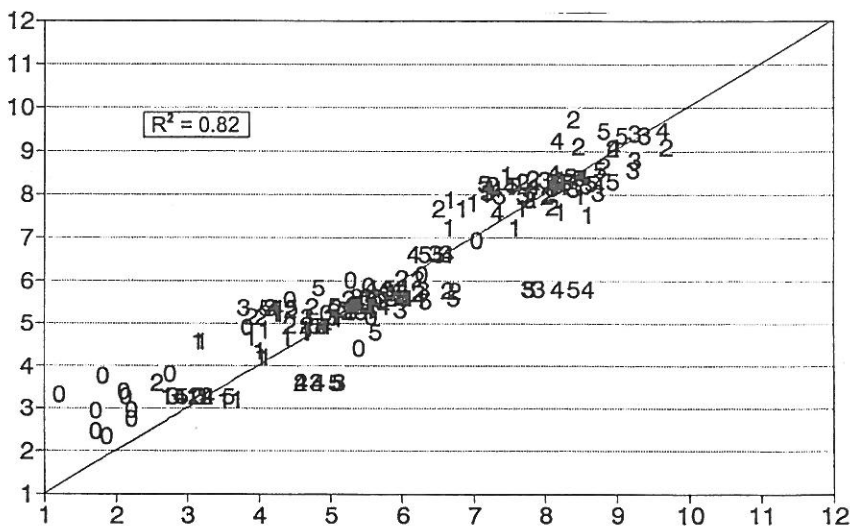
### Anyag és módszer

A CERES nevű szimulációs modellt használjuk jelen közleményünkben. A CERES modellről részletes útmutatót készítettünk felhasználók részére (KOVÁCS, 1995). Itt csupán felsoroljuk a fontosabb adatigényeket: napi időjárási adatok (maximum és minimum hőmérséklet, csapadék, globál sugárzás), talajtulajdonságok rétegenként (vízkapacitások, térfogattömeg, humusz, pH), induló talajállapot (nedvesség, nitrát- és ammónium-koncentráció), vetés, trágyázás, öntözés, valamint genetikai adatok (hőösszeg-igények, maximális szemtelítődési sebesség).

A kiválasztott kísérlet az MTA TAKI nagyhőrcsöki telepén beállított országos egységes műtrágyázási kísérleti (OTK) hálózat része. Számos ismertetés jelent meg róla (DEBRECZENI & DEBRECZENINÉ, 1994; NÉMETH, 1994). Egy előző, az Agrokémia és Talajtanban megjelent cikkben foglalkoztunk a CERES alkalmazásával erre a kísérletre (KOVÁCS & NÉMETH, 1995). Ezért itt nem bocsátkozunk ismertetésekbe. Lényeges azonban e helyen, hogy a kísérletből a nitrogénmérleghez rendelkezésre álló adatok a termés, a betakarításkori növény nitrogén-koncentrációja, a kiadott trágya-nitrogén adagok voltak évente, és a talajrétegek nitrát- és ammónium-koncentrációi egyetlen időpontban, a kísérlet 20. tenyészidejének végén.

### Az eredmények ismertetése

A fentiekben említett cikk (KOVÁCS & NÉMETH, 1995) bemutatja, hogy a modell a termést és a nitrogénmérleget jól közelítette. Kiegészítésül az ott közöltekhez az 1. ábrán a mért és modellezett terméseket (208 pont) hasonlítjuk össze a nagyhőrcsöki B18-as kísérlet 20 évében az összes N-trágyaszinten. Amint ott szintén szemléltettük, a modell becslése trágyaszintenként egyezett a 20. kísérleti év végén a szelvényben mért nitrát-felhalmozódásokkal. Visszamenőleg nem vagyunk képesek megmérni, hogy évente mennyi nitrogén mozgult el a mélység felé. Amennyiben azonban a modellezett felhalmozódás sok éves összege egyezik a mért akkumulációkkal minden nitrogénadag mellett, fel-



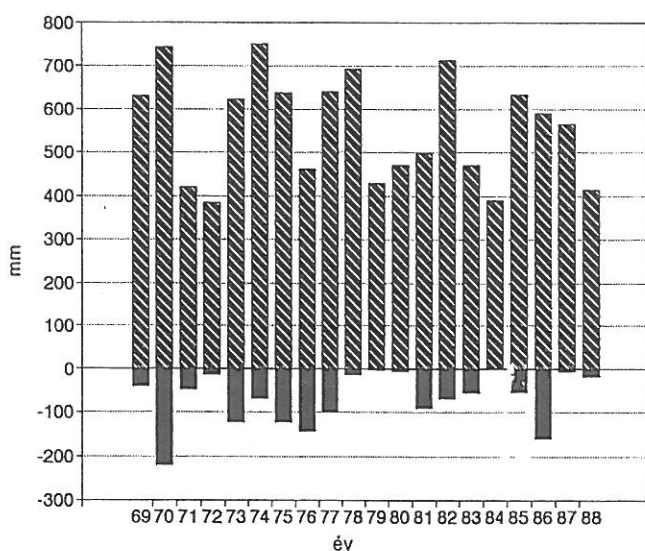
1. ábra

Mért és modellezett termés, Nagyhőrcsök, 1969-1988.

Vízszintes tengely: Mért termés, t/ha. Függőleges tengely: Modellezett termés, t/ha.

tehetjük, hogy a modell helyesen becsülte meg az évenkénti változásokat is. Ezt ebben a kísérletben bizonyítani vagy cáfolni nem lehet. A szimuláció pillanatok alatt elvégezhető és hasznos feltevéseket lehet generálni vele. A következőkben ezt tesszük.

A 2. ábra az évente mért csapadékot állítja szembe az évente becsült drénvíz mennyiségével. A vonatkozási mélység a termőréteg határa, ami itt 170 cm, mivel ennyirek találtuk a maximális gyökerezési mélységet. Ez érvényes a nitrógen-kimosódás értelmezésére is. Azt a nitrát-nitrogén mennyiséget tekintettük kimosódottnak, mely e mélység alatt halmozódott fel a szelvényben.

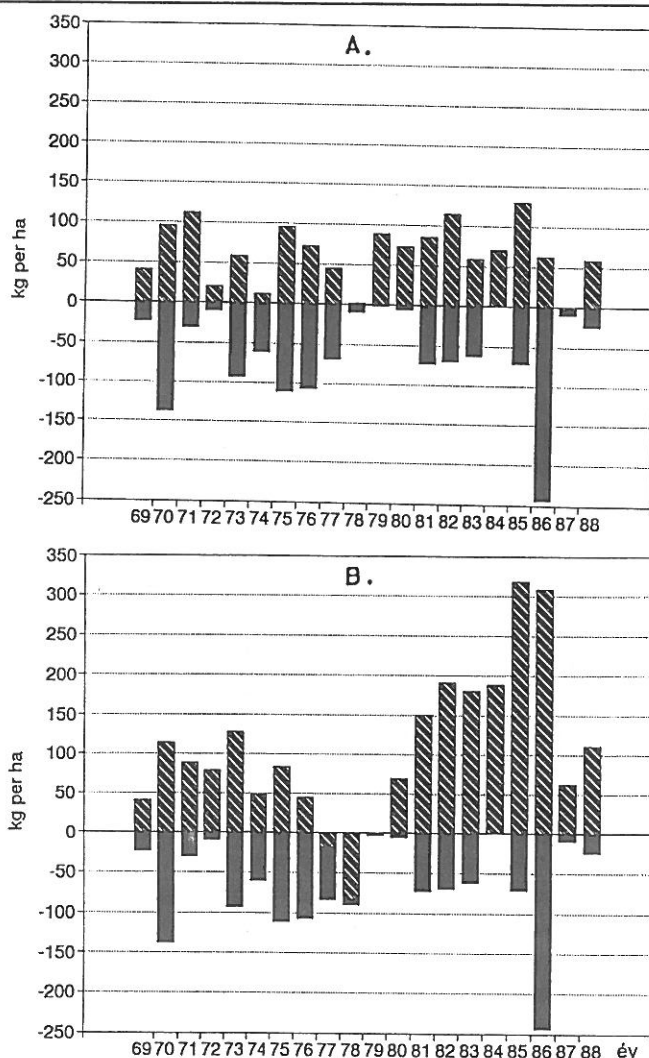


2. ábra

Csapadék- (mért érték) és drénvíz (becsült) mennyisége évente, mm  
(Nagyhörcsök, 1969-1988)

A 3A. ábra egy, a mérésekből származó egyszerűsített nitrogénmérleget (csíkozott grafikonok) hasonlít össze a modellezett nitrát-nitrogén évenkénti kimosódásával (teli grafikonok). Az 1. típusú ( $NM_1$ ) egyszerű nitrogénmérleg az évi trágya-N és a szem- és szárterméssel elhordott nitrogén különbségének számított értéke. Az ábra az évi 250 kg nitrogén-hatóanyaggal trágyázott parcella ismételések egyikét reprezentálja.

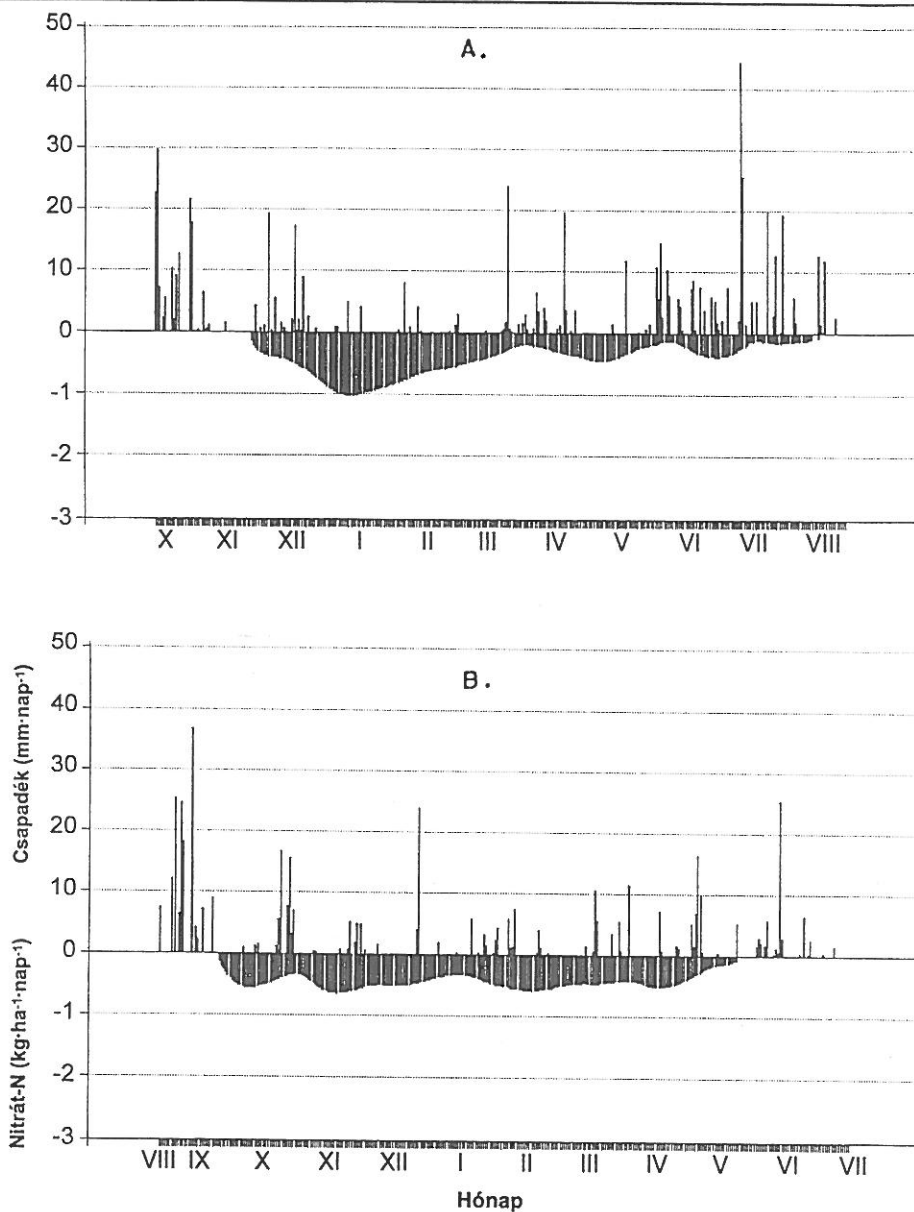
Ha az évi nitrát-N bemosódást hasonlítjuk akár az  $NM_1$  típusú mérleghez, akár a csapadék vagy a drénvíz mennyiségéhez, nehéz felismerni bármilyen kapcsolatot. Ezért a 3B. ábrán a halmozott nitrogénmérleget ( $NM_2$ ) ábrázoltuk (csíkozott grafikonok) és megismételtük a 3A. ábra nitrát-N kimosódás osz-



3. ábra

A NM<sub>1</sub>-mérleg (A), ill. NM<sub>2</sub> mérleg (B) és az évi nitrát-N kimosódás a 250 kg/ha/év kezelésben. (NM<sub>1</sub> mérleg: a trágya-N és a lehordott N különbsége évente. NM<sub>2</sub> mérleg: a trágya-N, a lehordott N és a kimosódott N halmazott különbsége)

lopait alul. A halmazott mérleg képzéséhez az előző év NM<sub>1</sub> mérlegéből levontuk az alatta ábrázolt éves kimosódott nitrogént és ezt hozzáadtuk a következő évi NM<sub>1</sub> mérleghez. 1977-1979-ben az NM<sub>2</sub> mérleg negatív lett. (Ilyen esetben az ábrázolás picit nehézkes, felhívjuk a figyelmet, hogy a grafikonok nem takarják egymást.)

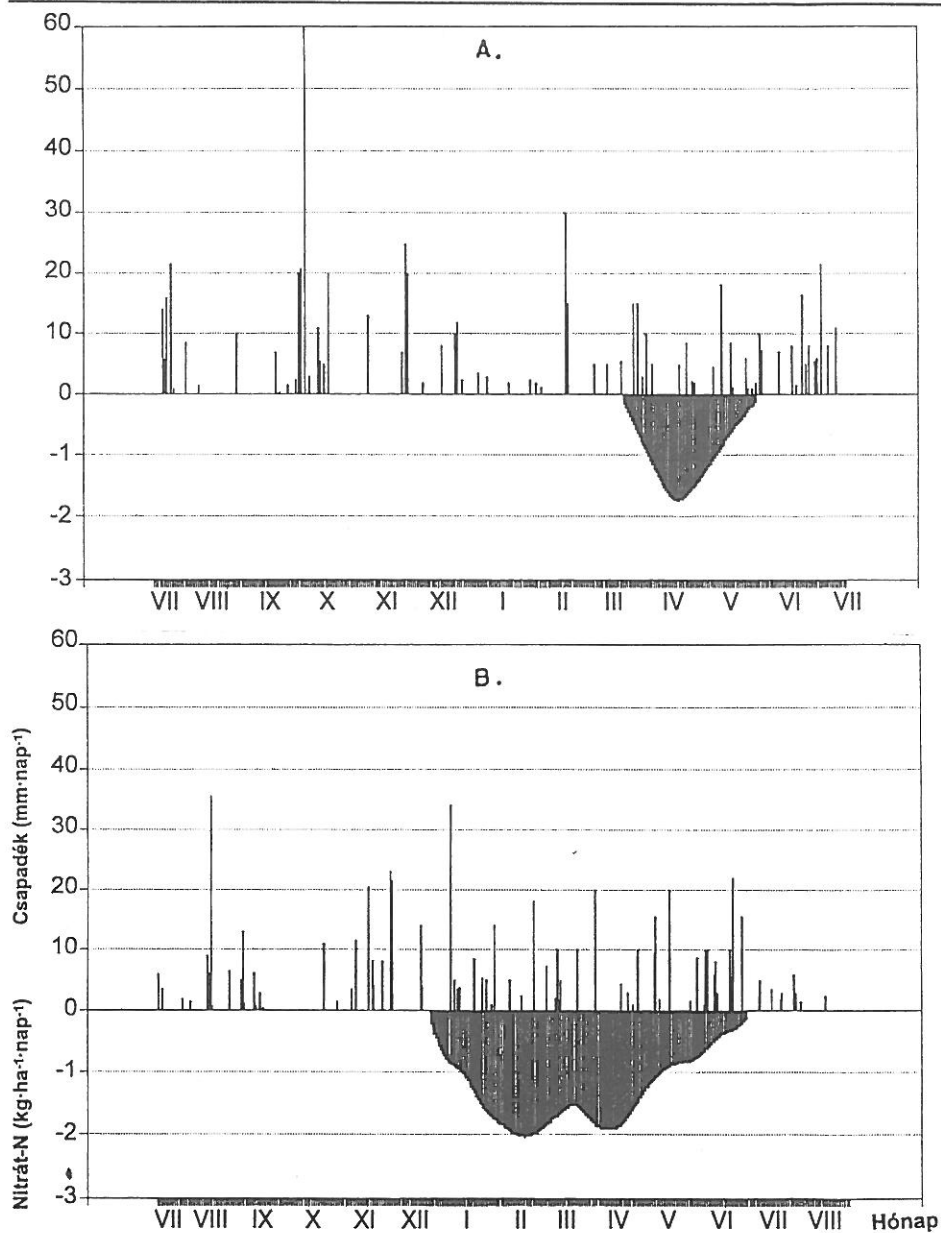


4. ábra

Napi csapadék és nitrát-N kimosódás a 250 kg/ha/év kezelésben

A. 1975-1975. B. 1975-1976

A 3B. ábra tanulsága, hogy rendkívüli kimosódás csak a fel nem vett nitrogén felhalmozódása révén jött létre. A felhalmozódást nem a műtrágyaadag növelése okozta, az előző évekhez képest, hanem a N-felvétel volt gátolt éveken



5. ábra

Napi csapadék és nitrát-N kimosódás a 250 kg/ha/év kezelésben  
A. 1984-1985. B. 1985-1986

át. Ebből következik, hogy a trágyázással kiadott és az elhordott nitrogén halmozott értékének nyomon követése (még becsléssel is) elegendő biztonságot nyújthat, hogy egy gazda okszerű trágyázással védekezni tudjon ilyen esemény

fellépése ellen. Érdeemes megfigyelni, hogy a rendkívüli bemosódással jellemzett 1986-os évben a csapadék csupán átlagos volt. Viszont 1985-ben volt a 20 év során a legkisebb elhordott nitrogénmennyiség, sőt 7 egymás utáni évben az átlagosnál nagyobb volt az  $NM_1$  típusú mérleg és folyamatosan növekedett az  $NM_2$  típusú mérleg. A talaj nedves lehetett, mert az 1985. év elég csapadékos volt. Ezek együttesen vezettek a 240 kg-os nitrát-N-szennyezéshez (ti. az akkumuláció elhagyta a gyökérzónát)..

A fentiekből látható, hogy az időjárás ismeretében szimulációval előre lehet jelezni a nitrátbemosódás kockázatának növekedését. A szimulációs kísérletet a tényleges időjárástól eltérő évjáratokkal is könnyen elvégezhetjük, ha egy-egy különleges év hatására vagy a klímaváltozás hatásaira vagyunk kíváncsiak.

A következő, 4. ábra és 5. ábra a nitrogén kimosódásnak éven belüli dinamikáját szemlélteti úgy, ahogy azt a CERES becsülte. Az évek a jelentősebb nitrogén-mozgásúak közül lettek kiválasztva acélból, hogy a kimosódás típusait szemléltessük. Az ábrán a napi kimosódások fölött a napi csapadék-eloszlással ér-zékeltetjük az év humiditási fokát, bár világos, hogy nincs közvetlen összefüggés a napi csapadék és a napi kimosódás között.

A fentiekből azt a következtetést lehet levonni, hogy a téli fagymentes időszakban számíthatunk a legjelentősebb kimosódásra. A maximális kimosódás februártól áprilisig volt, de nem egy-két rendkívüli adagban, hanem sok apró lépésben történt. A legnagyobb napi nitrát-N-kimosódás a 20 év folyamán nem haladta meg a 2 kg-ot hektáronként. Ha a becslés igaz, akkor az adott körülmények között még a 250 kg-os kezelésnél és a nagyobb nitrátmozgású években és szezonokban is csak 0,5 kg körüli nitrogén mozog hektáronként és naponta. A téli, kora tavaszi nitrogénmozgás csökkentésére az őszi nitrogénadagokat javasoljuk csökkenteni. Hangsúlyozzuk, hogy csak egyetlen és pozitív mérlegű, túl-trágyázott esetet mutattunk be. A kisebb trágyaadagok mellett nem is tapasztaltunk nitrogén-felhalmozódást a kontrollhoz képest (KOVÁCS & NÉMETH, 1995)

### Irodalom

- DEBRECZENI B. & DEBRECZENI B.-NÉ, (Szerk.) 1994. Trágyázási kutatások 1960-1990. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- KOVÁCS G. J., 1995. A CERES modell használata szakterületünkön. *Agrokémia és Talajtan.* 44. 249-262.
- KOVÁCS G. J. & NÉMETH T., 1995. Termés és nitrát-felhalmozódás modellezése és összehasonlítása mérésekkel tartamkísérletben. *Agrokémia és Talajtan.* 44. 89-100.
- NÉMETH T., 1994. Nitrátbemosódási és felhalmozódási vizsgálatok az Országos Műtrágyázási Tartamkísérletekben (OMTK). In: Trágyázási kutatások 1960-1990. (Eds.: DEBRECZENI & DEBRECZENINÉ) 124-130. Akadémiai Kiadó. Budapest.